

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08225394
PUBLICATION DATE : 03-09-96

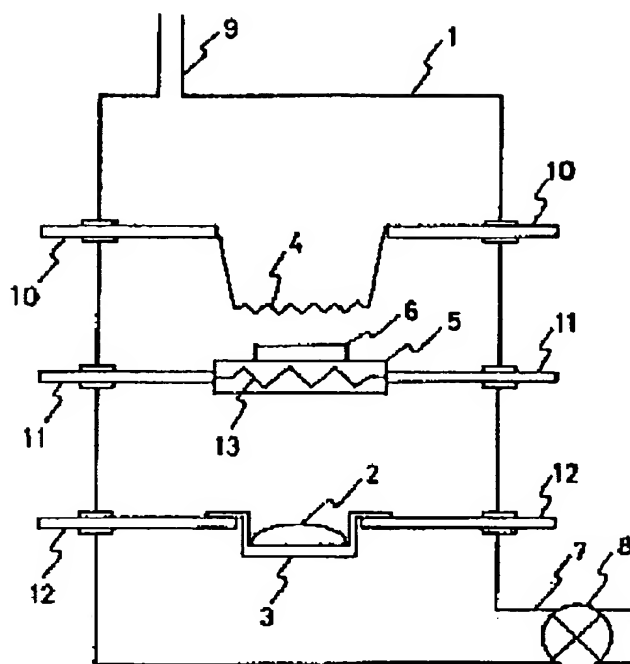
APPLICATION DATE : 30-10-95
APPLICATION NUMBER : 07303350

APPLICANT : NACHI FUJIKOSHI CORP;

INVENTOR : YAMAGISHI KENICHIRO;

INT.CL. : C30B 29/04 C23C 16/26 // B23B 27/14

TITLE : METHOD FOR CARRYING OUT
VAPOR PHASE SYNTHESIS OF
DIAMOND



ABSTRACT : PURPOSE: To reduce the amount of consumption of a reaction gas and inexpensively synthesize diamond by each using graphite as a raw material and a mixed gas of hydrogen with oxygen or an oxygen compound containing no carbon as the reaction gas.

CONSTITUTION: The interior of a vacuum tank is evacuated and graphite in the vacuum tank is heated to 600-2000°C. Then, a mixed gas of hydrogen gas with oxygen gas, a mixed gas of hydrogen gas with oxygen compound not containing carbon or a mixed gas of oxygen gas with an oxygen compound gas not containing carbon, controlled to 1:0.001-0.3 ratio of number of atoms of hydrogen to number of atoms of oxygen is fed to the vacuum tank and the reacting gas is circulated. The interior of the vacuum tank 1 shown in Figure is evacuated to 10^{-4} Torr and electric current 15 passed through graphite powder 2 on a molybdenum heater 3 and the graphite powder 2 is heated to 800-1000°C. The interior of the vacuum tank is evacuated to 10^{-5} Torr and a valve 8 is closed and a reacting gas having 100:2 molar ratio of hydrogen to steam is introduced from an introducing pipe 9 until the pressure in the tank becomes 100 Torr and a filament 4 is heated to about 2000°C by passing electric current through the filament 4 to synthesize diamond on a substrate.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-225394

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 29/04		7202-4G	C 3 0 B 29/04	R
		7202-4G		B
		7202-4G		G
C 2 3 C 16/26			C 2 3 C 16/26	
// B 2 3 B 27/14			B 2 3 B 27/14	A

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-303350
(62)分割の表示 特願昭63-305674の分割
(22)出願日 昭和63年(1988)12月2日

(71)出願人 000005197
株式会社不二越
富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
(72)発明者 神田 一隆
富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
株式会社不二越内
(72)発明者 竹端 精己
富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
株式会社不二越内
(72)発明者 吉田 昇一
富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
株式会社不二越内
(74)代理人 弁理士 河内 潤二

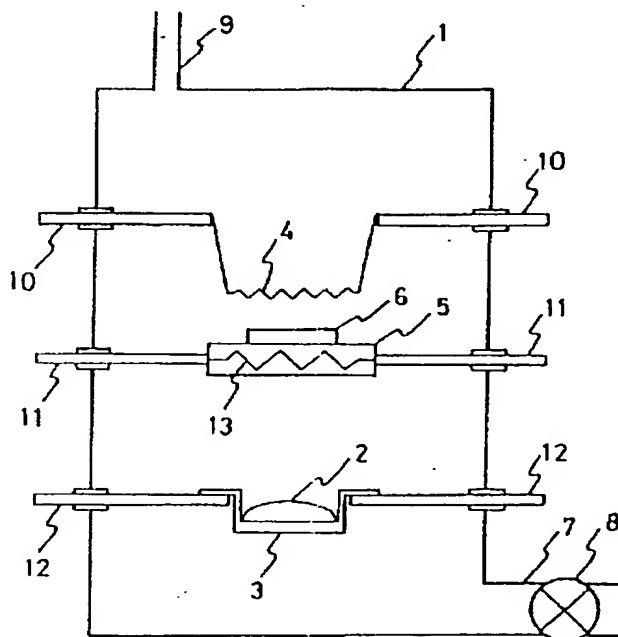
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ダイヤモンドの気相合成方法

(57)【要約】

【課題】 黒鉛を原料とし、水素と酸素または炭素を含まない酸素化合物の混合ガスを媒体として、安価にダイヤモンドあるいはダイヤモンド状硬質膜を合成する。

【解決手段】 真空槽内の圧力が予め設定された第1の真空度になるまで真空槽内を排気した後、真空槽内に設置された黒鉛を600℃以上2000℃以下に加熱しつつさらに真空槽内の排気を続け、真空槽内の圧力が予め設定された第2の真空度に達したところで真空槽内の排気を停止する。次に、炭素を含まない反応ガスを真空槽内へ供給し、真空槽内の圧力が予め設定された値に到達したとき反応ガスの供給を停止し、さらに真空槽内に充填された反応ガスを真空槽内で循環させる。以上の処理により反応ガスが充填しかつ閉鎖された真空槽内の雰囲気中において、発生せしめた放電プラズマ中または加熱されたフィラメントの近傍に置かれかつ600℃以上1200℃以下に加熱された基体上にダイヤモンドを合成させる。



BEST AVAILABLE COPY

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】真空槽内の圧力が予め設定された第1の真空度になるまで真空槽内を排気した後、該真空槽内に設置された黒鉛を600℃以上2000℃以下に加熱しつつさらに真空槽内の排気を続け、真空槽内の圧力が予め設定された第2の真空度に達したところで真空槽内の排気を停止し、しかる後水素原子数と酸素原子数の比が1:0.001~0.3に調整された、炭素を含まない反応ガスすなわち水素ガスと酸素ガスとの混合ガス；炭素を含まない酸素化合物ガス；酸素ガスと炭素を含まない酸素化合物ガスとの混合ガス；のいずれかを真空槽内へ供給し、該反応ガスの供給により真空槽内の圧力が予め設定された値に到達したとき反応ガスの供給を停止し、さらに真空槽内に充填された前記反応ガスを真空槽内で循環させ、以上の処理により反応ガスが充填しかつ閉鎖された真空槽内の雰囲気中において、発生せしめた放電プラズマ中または加熱されたフィラメントの近傍に置かれかつ600℃以上1200℃以下に加熱された基体上にダイヤモンドを合成することを特徴とするダイヤモンドの気相合成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はダイヤモンドの気相合成方法に関し、より詳細には黒鉛を原料とし、水素と酸素または炭素を含まない酸素化合物の混合ガスを、黒鉛から炭素化合物ガスを得るための反応ガスとして用い、安価にダイヤモンドあるいはダイヤモンド状硬質膜を合成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ダイヤモンドの気相合成技術が進展し、様々なダイヤモンド合成方法が提案されてきた。例えば従来の高圧合成に加え、気相からも天然ダイヤモンドと同等の硬度と結晶性をもつダイヤモンドないしはダイヤモンド状硬質炭素膜の人工合成が可能となってきた。気相からのダイヤモンドの合成はその応用範囲が広がってきており、ダイヤモンドの硬度、熱伝導率、弾性率、半導性、光学的特性あるいは耐食性などの優れた特性を利用した切削工具、耐摩耗部材、ヒートシンク、半導体、音響機器部品、光学製品あるいは耐食性部品などへの応用が考えられている。

【0003】ダイヤモンドの気相合成方法としては従来次のような方法が行われている。

【0004】①. 例えばJournal of Crystal Growth, 52 (1981) 219に示されるごとく、炭化水素ガスまたは炭化水素と水素の混合ガスを加熱分解して炭素の過飽和な雰囲気を作り、この雰囲気中に置かれ加熱された基体上にダイヤモンドを化学的に移送し堆積する方法。

【0005】②. 例えば、Journal of Applied Physics, Vol. 42, No. 7

2

(1971) 2953に示されるごとく、炭素イオンを加速し室温の基体上にダイヤモンド状炭素膜を合成する方法。

【0006】③. 例えば、特開昭58-91100あるいはJapanese Journal of Applied Physics, Vol. 25, No. 6 (1986) L519に示されるごとく、炭化水素またはアルコール類またはケトン類と水素の混合ガスを高温の熱フィラメントを用いて熱分解し、化学的に活性な原子あるいは分子を作り、加熱された基体上にダイヤモンドを合成する方法。

【0007】④. 炭化水素またはアルコール類と水素の混合ガスを原料としこれらのガス雰囲気中で、例えば特開昭60-221395に示されるごとく直流放電により、または特開昭58-135117に示されるごとく高周波放電により、あるいは特開昭58-110494に示されるごとくマイクロ波放電によりプラズマを発生させ活性な化学種を作り、加熱された基体上にダイヤモンドを合成する方法。

【0008】⑤. 例えば、雑誌「ニューダイヤモンド」、Vol. 4, No. 2 (1988) 30に示されるごとく炭化水素と水素とアルゴンまたはヘリウムの混合ガス中に直流放電によりジェット状に噴射する強力な熱プラズマ流を作り、該プラズマ流の中でダイヤモンドを合成する方法。

【0009】⑥. 例えば、雑誌「ニューダイヤモンド」、Vol. 4, No. 3 (1988) 34に示されるごとく、炭化水素あるいはアルコールと水素または酸素の混合ガスの燃焼炎中でダイヤモンドを合成する方法。

【0010】これらの方法のうち、①の方法は炭化水素ガスあるいは炭化水素と水素の混合ガスを熱分解し化学移送法によりダイヤモンドを合成するのであるが、詳細な試験方法が示してなく、また再現性が難しいため、現在一般的には行われていない。また、②の方法にて合成されるダイヤモンド状炭素膜は一般に硬度が低く、また広い面積にわたり高速度で膜を合成するのが難しく工業的には不利である。

【0011】そこで、現在上記のうち③~⑥が良好なダイヤモンドを成する方法として行われている。即ち上記③~⑥に示すダイヤモンドの気相合成においては、ダイヤモンドの原料となる炭素を炭化水素のように炭素と水素から構成される化合物ガス、あるいはアルコール類、ケトン類などのような炭素と水素と酸素から構成される化合物ガスから供給し、これらのガスと水素ガスの混合ガス雰囲気中において、熱フィラメントないしはプラズマの存在下に600℃~1200℃に加熱された基体上にダイヤモンドの合成が行われてきた。このとき、炭素源とともに多量の水素ガスを反応ガス中に加えるのは、熱フィラメントあるいはプラズマにより活性化され

た水素が、ダイヤモンド合成時にダイヤモンドとともに多量に析出するグラファイトを選択的に除去する作用を持っているからである。

【0012】また、炭素源としてアルコール類またはケトン類を用いた場合には高速でダイヤモンドの合成を行えることが知られているが、これはアルコール類またはケトン類の持つO-H基あるいは酸素によるグラファイトの除去効果が、前記の活性化された水素の効果に重畳されるため、より多くの炭素源の供給が可能になるためと考えられている。また、反応ガス中にアルゴンなどの希ガスを加えることがあるが、これは放電プラズマをつくる場合、放電電圧を下げ安定な放電を行わせるためである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述の③～⑥の方法は、ダイヤモンドの原料となる炭素を炭素化合物ガスからとっているため、ダイヤモンドとして基板上に析出される炭素量が僅かであるにもかかわらず、ダイヤモンド合成中は常に所定の比率に混合された反応ガスを流し続けなければならないという欠点がある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記従来技術の問題点を解決するために、本発明ではまず、真空槽内の圧力が予め設定された第1の真空度になるまで真空槽内を排気した後、真空槽内に設置された黒鉛を600℃以上2000℃以下に加熱しつつさらに真空槽内の排気を続け、真空槽内の圧力が予め設定された第2の真空度に達したところで真空槽内の排気を停止する。次に、水素原子数と酸素原子数の比が1:0.001~0.3に調整された、炭素を含まない反応ガスすなわち水素ガスと酸素ガスとの混合ガス；炭素を含まない酸素化合物ガス；酸素ガスと炭素を含まない酸素化合物ガスとの混合ガス；のいずれかを真空槽内へ供給し、反応ガスの供給により真空槽内の圧力が予め設定された値に到達したとき反応ガスの供給を停止し、さらに真空槽内に充填された反応ガスを真空槽内で循環させる。以上の処理により反応ガスが充満しかつ閉鎖された真空槽内の雰囲気中において、発生せしめた放電プラズマ中または加熱されたフィラメントの近傍に置かれかつ600℃以上1200℃以下に加熱された基体上にダイヤモンドを合成させることとした。

【0015】すなわち、構成における本発明と従来技術との大きな相違は、従来技術が反応ガスとして炭素を含むガスを使用し、真空槽内に反応ガスを供給し続けるとともに排出し続ける構成としているのに対し、本発明は反応ガスとして炭素を含まないガスを使用し、真空槽内に反応ガスを供給し続けることなく、予め設定された圧力の反応ガスを真空槽内に供給した後は反応ガスの供給を停止し、この後は自然対流、好ましくは循環装置を用いた強制対流により反応ガスを閉鎖された真空槽内で対

流させ、黒鉛板と反応ガスとの間の化学反応により炭素を含むガスを発生させる構成としている。

【0016】より詳細には、黒鉛は酸素の存在下で600℃以上の温度領域で一酸化炭素あるいは二酸化炭素を生成し、また酸素と水素の反応の結果生じた水と反応し一酸化炭素と水素を生成することが知られているので、本発明は閉鎖された真空槽内でこの反応を起こさせて主に一酸化炭素から成る炭素化合物ガスを生成させ、雰囲気中に放出された炭素化合物ガスが熱フィラメント近傍あるいはプラズマ中で分解・活性化され、その結果基体上にダイヤモンドが析出されるようにしている。ダイヤモンドの析出により炭素は雰囲気中から除かれるが、酸素および水素は依然として雰囲気中に残るため、水となって循環し、再び黒鉛と反応して雰囲気中に主に一酸化炭素から成る炭素化合物ガスを供給する反応に寄与することになる。黒鉛の温度は600℃以上であればその融点近傍まで上げて構わないのであるが、実用上2000℃以下が好ましい。

【0017】基体の温度は600℃以下ではダイヤモンドと共にグラファイト成分が多く析出するので好ましくなく、また1200℃を越えると析出したダイヤモンドがグラファイトに変化してしまうため、基体の温度を600℃以上1200℃以下に限定した。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に実施例をもって本発明の実施形態を示す。

【0019】

【実施例】

（実施例1）図1に示すような装置を用いてダイヤモンドの気相合成を行った。すなわち、真空槽1内には黒鉛加熱用ヒータ電流導入端子12に支持されたモリブデン製ヒータ3が設けられ、黒鉛粉末2が該モリブデン製ヒータ上に載せられている。さらに、モリブデン製ヒータの上方には基板支持台支持具兼ヒータ電流導入端子11に接続する加熱ヒータ13を内蔵する基体支持台5が形成されるとともに、該基体支持台上にタングステン板から成る基体6が載置されている。さらに、基体の上方に3~5mmの隙間を介してフィラメント4がフィラメント用電流導入端子10により支持されている。なお、7は真空排気管、8は該真空排気管に配置された排気バルブ、9はガス導入管である。

【0020】実施の方法は、まず真空槽内を真空排気管7を通して10⁻⁴Torrまで排気した後、モリブデンヒータ上に置いた黒鉛粉末を通電により800~1000℃に加熱し、真空度が10⁻⁵Torrに達した後、真空排気管につながる排気バルブを閉じ、水素：水蒸気のモル比を100：2とした反応ガスをガス導入管を通して真空槽内の圧力が100Torrに達するまで導入し、ついでフィラメントを通電により約2000℃に加熱することによってフィラメントの下方に置かれた基体

5

上にダイヤモンドの合成を行った。ダイヤモンド合成時には基体支持台に取り付けたヒータに通電し基体支持台の温度を800℃とし、この上に載せた基体を加熱した。これにより、2時間の合成処理を行ったところ、基体上のフィラメント直下の部分に自形面を持ったダイヤモンドが多く合成され、最も厚いところで12μmの厚さがあった。

【0021】ダイヤモンド合成中の真空槽内の圧力はフィラメントへの通電開始時に真空槽内の反応ガスの温度が上昇したことにより上昇したが、以後はほとんど一定であった。

【0022】（実施例2）図2に示すような装置を用いてダイヤモンドの気相合成を行った。すなわち、真空槽1の内部に黒鉛加熱用ヒータ電流導入端子12に支持された黒鉛板2'を有し、真空槽の底面から立設され冷却口18を備えた陽極14上にはWC-Co基超硬合金基体6が載置される。該基体から約40mm上方にはトリア入りタングステン製のフィラメントから成る陰極4がフィラメント用電流導入端子10に接続されて位置している。真空排気管7、排気バルブ8およびガス導入管9は図1の場合と同様に配置されている。

【0023】実施の方法は、まず真空槽内を 10^{-4} Torrまで排気後、黒鉛板を通電により約1000℃に加熱しながら排気を続け、真空度が 10^{-5} Torrに達した後排気バルブを閉じて排気を止め、水素ガスと酸素ガスを体積比で100:6とした反応ガスを、ガス導入管を通して真空槽内へ圧力が30Torrに達するまで導入した後供給を止め、ついでトリア入りタングステン製フィラメントを通電により約2000℃に加熱し、フィラメントと陽極の間に4Aの電流を流すことによって両極間にプラズマを発生させ、陽極上に置いた基体上にダイヤモンドの合成を行った。

【0024】ダイヤモンド合成時にはプラズマの影響で基体の温度が上昇するため、陽極内部に備えた冷却口に通水することによって陽極を冷却し、その上に載せた基体の温度を700~1000℃の範囲に保った。これにより3時間の処理を行ったところ、WC-Co基超硬合金上に約10μmの厚さの自形面を持った多結晶から成るダイヤモンド膜が合成された。

【0025】（実施例3）図3に示すように、内部の基体が対流により循環できる構造を持つ真空槽1内に通電により加熱できる黒鉛板2'を有し、真空槽内の基体中にプラズマを発生させるためのマイクロ波発振器15と、マイクロ波を真空槽へ導入するための導波管16と、プラズマの状態を調整するためのプランジャー17、およびその他の付属品から成るマイクロ波プラズマ発生装置と、プラズマ中に基体6を置くための基体支持台5を有する装置を用いて、以下の方法にてダイヤモンドの合成を行った。

【0026】タングステン板を基体としこれを基体支持

6

台上に置き、実施例2と同様の手順にて真空排気および黒鉛の加熱を行い、水素ガス：一酸化窒素ガスのモル比を100:4とした反応ガスを真空槽内に30Torrまで充填し、350Wのマイクロ波を形成し、このプラズマ中に置いた基体上にダイヤモンドの合成を行った。このときの基体の温度は800~900℃と推定された。

【0027】この方法により3時間の処理を行ったところ、タングステン基体上に約5μmの厚さの自形面を持つ多結晶ダイヤモンドから成る膜が合成された。

【0028】上記実施例1および3において、酸素化合物ガスとして水および一酸化窒素を用いたが、これらの他に例えば二酸化窒素から構成される化合物ガスを用いた場合でも同様な効果が得られる。また、実施例2および3では直流放電およびマイクロ波により放電プラズマを発生したが、プラズマを発生するための手段としてはこの他に高周波を用いた場合にも同様な効果が得られる。

【0029】（実施例4）図4に示すような装置を用いてダイヤモンドの気相合成を行った。すなわち、真空槽1内には黒鉛加熱用ヒータ電流導入端子12に支持されたモリブデン製ヒータ3が設けられ、黒鉛粉末2が該モリブデン製ヒータ上に載せられている。さらに、モリブデン製ヒータの上方には基体支持台支持具兼ヒータ電流導入端子11に接続する加熱ヒータ13を内蔵する基体支持台5が形成されるとともに、該基体支持台上に10mm×10mm×3mmのタングステン板から成る基体6が載置されている。さらに、基体の上方に3~5mmの隙間を介してフィラメント4がフィラメント用電流導入端子10により支持されている。また、真空槽内へ供給される反応ガスは、真空槽下部側面から吸引され、ガス循環ポンプ20により加圧された後、ガス流量計19を通り真空槽上部から真空槽内へ噴射される。なお、7は真空排気管、8は該真空排気管に配置された排気バルブ、9はガス導入管である。

【0030】実施の方法は、まず真空槽内を真空排気管7を通して 10^{-4} Torrまで排気した後、モリブデンヒータ上に置いた黒鉛粉末を通電により800~1000℃に加熱し、真空度が 10^{-5} Torrに達した後、真空排気管につながる排気バルブを閉じ、水素：酸素のモル比を95:5とした反応ガスを、ガス導入管を通して真空槽内の圧力が50Torrに達するまで導入し、ついで循環ポンプにより真空槽内のガスを500CCMの流量で循環させ、その後フィラメントを通電により約2000℃に加熱することによってフィラメントの下方に置かれた基体上にダイヤモンドの合成を行った。ダイヤモンド合成時には基体支持台に取り付けたヒータに通電し基体支持台の温度を800℃とし、この上に載せた基体を加熱した。これにより2時間の合成処理を行ったところ、タングステン基板上面にダイヤモンドが合成さ

れ、膜厚は厚い部分で約 $16\mu\text{m}$ 、薄い部分で約 $8\mu\text{m}$ であった。

【0031】比較例として循環ポンプを動作させない他は上記と同条件としてダイヤモンドの合成を行ったところダイヤモンドの膜厚は厚い部分で約 $10\mu\text{m}$ 、薄い部分で約 $2\mu\text{m}$ となり、ガスを循環させない場合に比べ膜の成長速度が遅くなり膜厚のばらつきも大きくなった。

【0032】（実施例5）図5に示すように、内部の気体がガス循環ポンプ20を用いてガス流量形19にて流量を測定しながら循環できる構造を持つ真空槽1内に、
10 通電により加熱できる黒鉛板2'を有し、真空槽内の気体中にプラズマを発生させるためのマイクロ波発振器15と、マイクロ波を真空槽へ導入するための導波管16と、プラズマの状態を調整するためのプランジャー17、およびその他の附属品から成るマイクロ波プラズマ発生装置と、プラズマ中に基体6を置くための基体支持台5を有する装置を用いて、以下の方法にてダイヤモンドの合成を行った。

【0033】JIS記号SNGN120408型のWC-Co基超硬合金を基体としてこれを基体支持台上に置き、
20 実施例2と同様の手順にて真空排気および黒鉛の加熱を行い、水素ガス：水蒸気のマール比95：5とした反応ガスを真空槽内に30 Torrまで充填し、ガス循環ポンプにて真空槽内のガスを200 SCCMの流量で循環させた後、350Wのマイクロ波を導入して真空槽内の反応ガス中に放電プラズマを形成し、このプラズマ中に置いた基体上にダイヤモンドの合成を行った。このときの基体の温度は800～900℃と推定された。

【0034】この方法により3時間の処理を行ったところ、基体の上面周辺部に約 $7\mu\text{m}$ 、上面中心部に約 $4\mu\text{m}$
30 の厚さの自形面を持つ多結晶ダイヤモンドから成る膜が合成された。

【0035】比較例として、ガス循環ポンプを設置せず自然対流のみでガス循環を行わせる方法で、反応ガスの種類、圧力、黒鉛温度、基体の種類、基体温度、マイクロ波出力、処理時間を上記と同じくしてダイヤモンドの合成を行ったところ、ダイヤモンド膜の厚さは基体の上面周辺部で約 $5\mu\text{m}$ 、基体上面中心部で約 $2\mu\text{m}$ であり、膜成長速度が遅くなるとともに、膜厚の不均一さも増した。

【0036】以上の実施例3～5に示されたように、真空槽内のガスを循環せしめるためのガス循環ポンプを設

け、ダイヤモンドの気相合成の原料となる炭素化合物ガスのダイヤモンド合成領域への供給量を高めることにより、ダイヤモンドの合成速度が上昇するとともに、合成されたダイヤモンド膜の膜厚の均一性を改善することができた。

【0037】

【発明の効果】本発明の方法では、反応ガスとして炭素を含まないガスを使用し、真空槽内に反応ガスを供給し続けることなく、予め設定された圧力の反応ガスを真空槽内に供給した後は反応ガスの供給を停止し、この後は自然対流、好ましくは循環装置を用いた強制対流により反応ガスを閉鎖された真空槽内で循環させ、黒鉛板と反応ガスとの間の化学反応により炭素を含むガスを効果的に発生させるようにしたので、従来のように炭化水素ガスあるいは炭酸水素化合物ガス等の炭素を含有する反応ガスを連続的に真空槽内へ供給しつつ排出する方法と比較して、反応ガスの消費量を格段に少なくすることができ、したがって安価にダイヤモンドを合成することができるので工業的に非常に有利なものとなった。特に、反応ガスとして用いられる引火性の高い水素ガスの貯蔵量を従来のものより減らすことができるので、反応ガスの保安性も高くなった。

【0038】また、従来の気相合成装置に僅かな改良を加えるだけで本願の方法が実施できるのであり、きわめて容易かつ経済的である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1によるダイヤモンドの気相合成装置の概略図である。

【図2】本発明の実施例2によるダイヤモンドの気相合成装置の概略図である。

【図3】本発明の実施例3によるダイヤモンドの気相合成装置の概略図である。

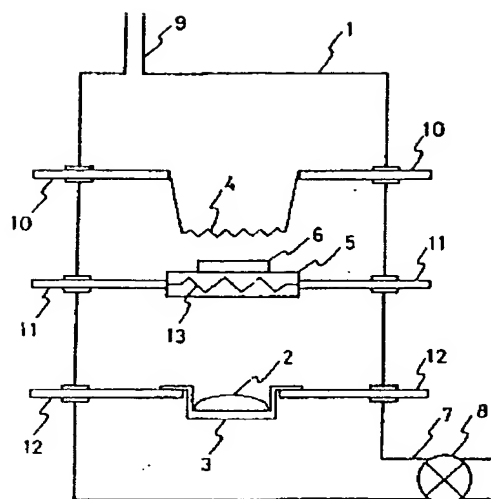
【図4】本発明の実施例4によるダイヤモンドの気相合成装置の概略図である。

【図5】本発明の実施例5によるダイヤモンドの気相合成装置の概略図である。

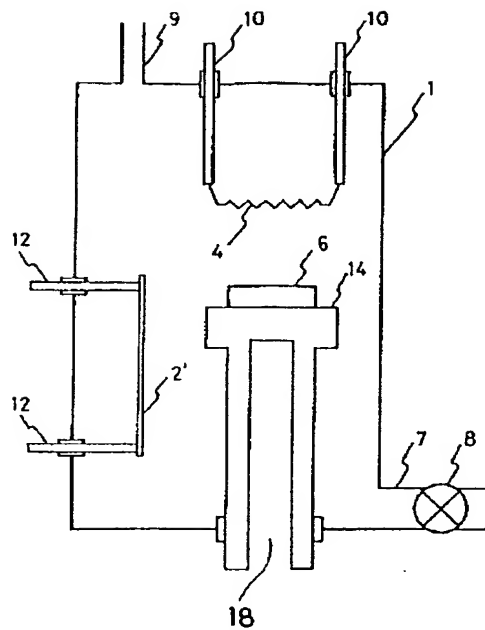
【符号の説明】

- 1 真空槽
- 2 黒鉛粉末
- 2' 黒鉛板
- 4 フィラメント
- 6 基体

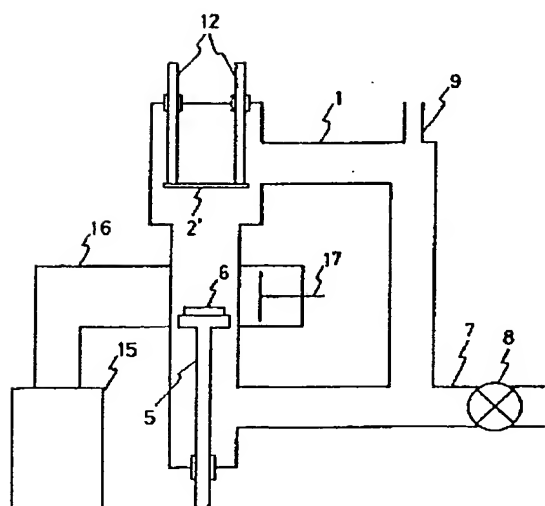
【図1】



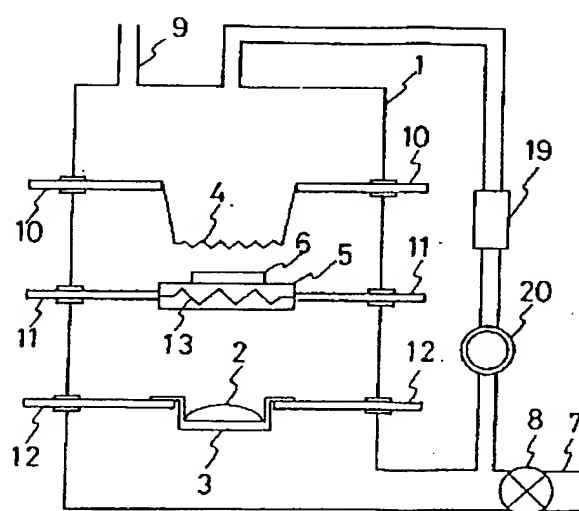
【図2】



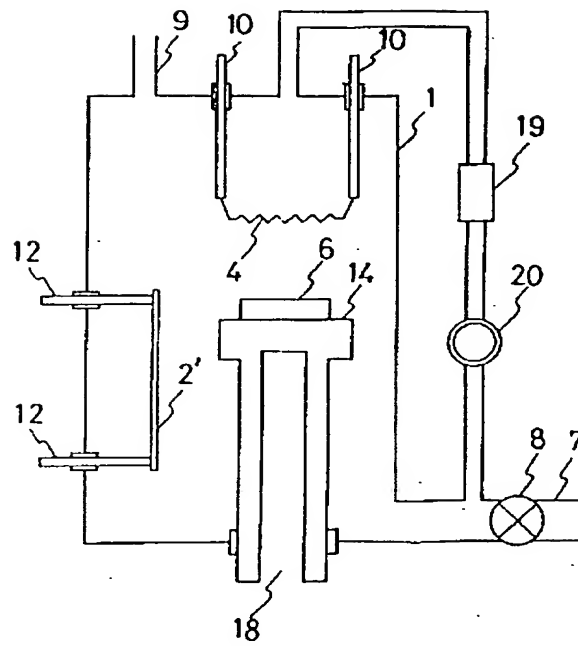
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 山岸 憲一郎
 富山県富山市不二越本町一丁目1番1号
 株式会社不二越内

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)